

родовищ є складовою частиною контролю за їх розробкою. Це дозволяє оцінювати стан обводнення свердловин, а їх комплексування з даними геофізичних досліджень – покладів у цілому.

Термін водний режим експлуатації свердловин є цілком закономірним і може використовуватися при характеристиці умов роботи свердловин та аналізі розробки вуглеводневих покладів.

Література

1. Правила разработки газовых и газоконденсатных месторождений [Текст]. – М. : Недра, 1971. – 104 с.
2. Козлов А. Л. Гидрогеологический контроль за разработкой газовых месторождений [Текст] / А. Л. Козлов, А. С. Тердовидов, Н. Е. Чупис // Науч.-техн. обзор. Сер. Разработ. и экспл. газовых месторождений. – Вып. 8. – М. : ВНИИЭгазпром, 1978. – 52 с.
3. Абленцев В. М. Особливості обводнення газоконденсатних та нафтових покладів родовищ Дніпровсько-Донецької западини [Текст] / В. М. Абленцев, А. Й. Лур'є, М. Ю. Нестеренко // Вісн. Харк. нац. ун-ту, 2013. – № 1084. – С. 9-14.
4. Зарицкий А. П. Гидрогеологические условия разработки глубокозалегающих газовых залежей ДДВ [Текст] / А. П. Зарицкий, И. И. Зиненко, Е. Д. Белых // Нефтяная и газовая промышленность, 1989. – № 1. – С. 5-8.
5. Самойлов В. В. Особливості обводнення газоконденсатних покладів Юліївського родовища [Текст] / В. В. Самойлов, Г. І. Троянова // Питання розв. газ. пром-сті України : Зб. наук. праць. – Вып XXXV. – Харків: Укр-ндігаз, 2007. – С. 165-171.
6. Самойлов В. В. Аналіз стану обводнення свердловин та покладів на Коробочкинському родовищі на основі промислово-гідрогеологічних досліджень [Текст] / В. В. Самойлов, С. Д. Павлов // Вісник Харків. нац. ун-ту, № 1049. – Харків, 2013. – С. 53-57.

УДК 553.98:556.3(477.6)

Є.С. Стрілець, м.н.с.,
С.М. Левонюк, інженер,
Д.К. Німець, ст.н.с.,

В.В. Самойлов, к.геол.н., зав. сектору,

Український науково-дослідний інститут природних газів

ОЦІНКА СТУПЕНЮ ОБВОДНЕННЯ ПОКЛАДІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МАЛОГАБАРИТНОЇ ГІДРОГЕОЛОГІЧНОЇ СЕПАРАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ

Показана специфіка проведення спеціальних промислово-гідрогеологічних досліджень з використанням малогабаритної гідрогеологічної сепараційної установки МГСУ-1-100. Приведені деякі особливості конструкції установки, її роботи та переваги. Показано комплексність її застосування при оцінці ступеню обводнення покладів. У роботі на конкретних прикладах показано використання малогабаритної установки авторами статті на родовищах ДДз.

Ключові слова: промислово-гідрогеологічні дослідження, МГСУ-1-100, газова свердловина.

Є.С. Стрілець, С.М. Левонюк, Д.К. Німець, В.В. Самойлов. **ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ОБВОДНЕНИЯ ЗАЛЕЖЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МАЛОГАБАРИТНОЙ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СЕПАРАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ.** Показана специфика проведения специальных промыслово-гидрогеологических исследований с применением малогабаритной гидрогеологической сепарационной установки МГСУ-1-100. Приведены некоторые особенности конструкции установки, ее работы и преимущества. Показано комплексность ее применения при оценке степени обводнения залежей. В работе на конкретных примерах показано применение малогабаритной установки авторами статьи на месторождениях ДДз.

Ключевые слова: промыслово-гидрогеологические исследования, МГСУ-1-100, газовая скважина.

Вступ. На другому та заключному етапах розробки родовищ стають актуальними проблемами, пов'язані з обводненням продуктивних покладів, які суттєво впливають на режими роботи свердловин. Тому необхідним є встановлення джерел та напрямків вторгнення і просування пластової води в покладах, а також прогноз динаміки обводнення в продуктивних розрізах родовищ [1].

Актуальність дослідження. Для здійснення контролю за динамікою обводнення експлуатаційних газових свердловин, визначення кількісної та якісної характеристик пластової води, що виноситься зі свердловин, потрібні проведення спеціальних промислово-гідрогеологічних досліджень. В наш час це ак-

туально на фоні недостатньої вивченості процесу обводнення на родовищах, які розробляються при пружньо-водонапірному й, особливо, газовому режимах розробки. Промислово-гідрогеологічні дослідження на даний час є найбільш інформативними поміж інших подібних [2].

Мета дослідження. Показати переваги малогабаритної сепараційної установки при проведенні промислово-гідрогеологічних досліджень свердловин; показати комплексність її застосування при оцінці ступеню обводнення покладів; привести приклади використання МГСУ авторами статті на родовищах ДДз.

Виклад основного матеріалу. Обводнення є складним процесом, який обумовлений

багатьма факторами: будова покладу, фільтраційно-ємнісні властивості колектору, термобаричні умови та ін. Також до найбільш важливих факторів відносяться технологічні умови експлуатації свердловин. Обводнення продуктивних покладів відбувається за наступних причин: за рахунок підйому газоводяного контакту, вибіркового обводнення по найбільш проникним прошаркам; по причині незадовільного технічного стану експлуатаційної колони (перетоки з суміжних горизонтів). Все вищевикладене вказує на те, що джерело обводнення неможливо визначити лише за кількісною чи якісною характеристикою рідин, тому необхідними є проведення комплексних спеціальних промислово-гідрогеологічних досліджень.

Тому в УкрНДІгазі давно впроваджений і застосовується комплексний промислово-гідрогеологічний метод контролю за обводненням свердловин, який передбачає аналіз зміни водних факторів і хімічного складу супутніх вод (спостереження за водним режимом експлуатації свердловин). Для цього і використовується малогабаритна сепараційна установка МГСУ-1-100, яка дозволяє на усті свердловин або на установках комплексної підготовки газу (УКПГ) одночасно вимірювати водний фактор та відбирати проби супутньої води, диференціюючи флюїди за густиною.

Малогабаритна гідрогеологічна сепараційна установка являє собою посудину, яка знаходиться під тиском. Установка була сконструйована та виготовлена у 1974 році в лабораторії геолого-промислових досліджень УкрНДІгазу. Авторами МГСУ були Тердовідов А.С., Грищенко В.Г., Белих Є.Д., Фрусін Ю.І. У 1980-90-х роках установка отримувала нагороди на виставці досягнень народного господарства (ВДНГ) в м. Москва. Вона виготовлена із нержавіючої сталі Х18Н9Т та оснащена фторопластовим фільтром, розробленим лабораторією видобутку та підготовки газу, захищеним авторським свідоцтвом №267540.

МГСУ-1-100 складається із корпусу з фланцями, між якими закріплюється фільтруючий вузол екрана, виконаного у вигляді відкритого знизу полого циліндру, який захищає фторопластовий фільтр від безпосереднього динамічного впливу газу, відстійника з вентилем та системи приєднувальних патрубків.

Основні технічні характеристики:

- Максимальний робочий тиск, МПа	15,0
- Робочі температури, °С	-15...+50
- Об'єм відсепарованого газу в годину, м ³	30-60
- Вага установки, кг	12,0
- Габаритні розміри, мм	1000*500

До переваг МГСУ-1-100 перед промисловими стаціонарними сепараційними установками можна віднести її високі технічні показники:

- високі сепараційні властивості, які досягаються завдяки подвійній сепарації: спочатку під дією гравітаційних сил, а далі проходження потоку через фторопластовий фільтр;
- портативність і невелика вага, що забезпечує високу мобільність та оперативність при дослідженнях;
- простота в роботі і обслуговуванні, монтаж-демонтаж установки на свердловині займає не більше 30 хвилин. Для проведення гідрогеологічних досліджень на одній свердловині необхідно 2-3 години. При наявності на родовищі великої кількості експлуатаційних свердловин з'являється практична змога повністю охопити весь експлуатаційний фонд і тим самим забезпечити масовий контроль за обводненням свердловин [3].

В основу конструктивної розробки МГСУ-1-100 покладено отримання одного з основних геолого-промислових параметрів – визначення кількісної і якісної характеристик рідинної фази, яка видобувається разом з газом.

Для контролю за обводненням свердловин і покладів використовується методика оцінки стану обводнення експлуатаційних свердловин та газових покладів, яка базується на кількісних даних про супутню воду, яка виноситься газовим потоком з експлуатаційних свердловин. Кількісну сторону виносу супутньої води характеризує величина водного фактору (см³/м³). При надходженні у свердловину контурної чи підшовної води горизонту, який експлуатується, величина водного фактору перейде межу вологовмісту газу, який для кожного покладу має певну величину в залежності від термобаричних умов. Такі фактори, як пульсуючий винос води зі свердловини, негерметичність підземного обладнання свердловини, обводнення свердловини водами суміжних горизонтів при розгерметизації не дають можливості чітко визначити джерела обводнення.

Проби супутніх вод, які відбираються безпосередньо з установки при проведенні досліджень, мають певну перевагу над пробами, які відбираються з пробозбірника на усті свердловини. Такою перевагою є збереження первинного гідрохімічного складу супутньої води у пробі, виключаючи можливість випадіння окремих хімічних елементів в осад, змішування рідин, які відрізняються за часом потрапляння у ємність пробозбірника, і що може в свою чергу викривляти гідрохімічну картину окремих проб.

За допомогою хімічного аналізу супутніх вод визначається їх фізико-хімічний склад: рН,

густина, мінералізація, вміст основних компонентів $\text{Na}^+ + \text{K}^+$, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , мікроелементів J , Br , B , Fe^{2+} , Fe^{3+} .

Інформативність гідрохімічних даних навіть більша за інформативність кількісних. Можливість використання гідрохімічних даних обумовлена різкою відміною хімічних складів супутньої води до початку надходження у свердловину пластової води, коли виноситься тільки конденсаційна вода, та супутньої води після початку надходження у свердловину пластової води. Величина мінералізації, вміст сольових компонентів у супутній воді окремо та загалом є надійними показниками ступеню та інтенсивності обводнення свердловини. У ідеальному варіанті обводнення свердловин пластовою водою розкритого горизонту досить використати дані по якомусь одному гідрохімічному параметру, наприклад, по густині води чи по вмісту хлор-іону. Але ідеальна гідрогеохімічна картина, як і ідеальна кількісна, далеко не завжди має місце.

Тому завжди потрібно використовувати більш-менш повну хімічну характеристику супутньої води. Викривляють ідеальну гідрохімічну картину, окрім вищезазначеного, найчастіше такі явища: обводнення свердловини епігенетичними водами при її розгерметизації, особливо якщо надходять прісні води із зони активного водообміну; попадання у проби супутньої води різних технічних рідин, найчастіше – інгібіторів гідратуутворення, наприклад, хлористого кальцію або бішофіту, спроможних підвищити мінералізацію супутньої води та змінити її компонентний стан.

Комплексний промислово-гідрогеологічний метод дає можливість визначити початок, інтенсивність, ступінь та джерела обводнення свердловин. Він відзначається великою ефективністю та достовірністю, оскільки кількісні та гідрохімічні параметри контролю багато в чому дублюють один одного.

Широке застосування гирлових досліджень з визначенням кількісних характеристик на газових свердловинах дозволяє виявляти джерела обводнення та прогнозувати характер процесу обводнення родовища в цілому.

Проведення гирлових досліджень дозволяє:

- визначати кількість води, що виноситься свердловиною – водний фактор;
- визначати хімічний склад, мінералізацію рідини, що виноситься, рН, густину;
- слідкувати за просуванням пластових вод в процесі розробки родовища;
- прогнозувати темп і характер обводнення свердловин;

- фіксувати розвиток процесу солевідкладення і корозії в експлуатаційній колоні.

Виміри та первинний облік об'ємів винесення експлуатаційними свердловинами супутньої води на родовищах ГПУ "Полтавагазвидобування" та "Шебелинкагазвидобування" проводяться на УКПГ. При цьому кількісні та якісні характеристики проб супутніх вод можуть коливатися в досить широких межах при динамічно-незмінних умовах експлуатації свердловин.

Як приклад, на рисунку 1 приведено графік вимірів водного фактору у свердловині 118 Березівського ГКР на УКПГ та за допомогою МГСУ. З рисунку видно, що значення водного фактору між ними різняться.

Причиною таких коливань перш за все є віддаленість свердловин від УКПГ та наявність складного профілю маніфольдів, довжина яких може перевищувати 5000 м. У зв'язку з цим у знижених ділянках профілю спостерігається періодичне накопичення і послідовний викид рідини. Велика протяжність шлейфу обумовлює також великий вплив фактору додаткової конденсації вологи у самому шлейфі. Багаторічним досвідом встановлено, що найбільш об'єктивним методом оцінки якісної та кількісної характеристики рідини в газовому потоці є дослідження, які здійснюються безпосередньо на гирлі свердловини за допомогою МГСУ.

Проведення саме гідрогеологічних досліджень з використанням промислових сепараційних установок пов'язано з великими технічними труднощами, і при цьому витрати за часом та інші витрати на здійснення робіт будуть невиправдано високими.

Але також є декілька обмежень при роботі з сепараційною установкою на свердловині. По-перше, вона може використовуватися при дослідженні свердловин, які експлуатуються на газові або газоконденсатні поклади, але не на нафтові, так як фторопластовий фільтр, який відповідає за сепарацію рідинної фази від газової, не розрахований для сепарації нафти. По-друге, виходячи з конструкційних особливостей установки, вона опресована на тиск 22,0 МПа, а розрахована на робочий тиск до 15,0 МПа. Тобто, враховуючи конструкцію МГСУ-1-100, установку неможливо використовувати при промислово-гідрогеологічних дослідженнях нафтових покладів, а робочий тиск у свердловині не повинен перевищувати 150 кгс/см². Також недоцільним є використання МГСУ при дослідженнях свердловин, які виносять рідину у пульсаційному режимі. У таких випадках необхідно проводити довготривалі спостереження за об'ємами винесення рідини на промислових

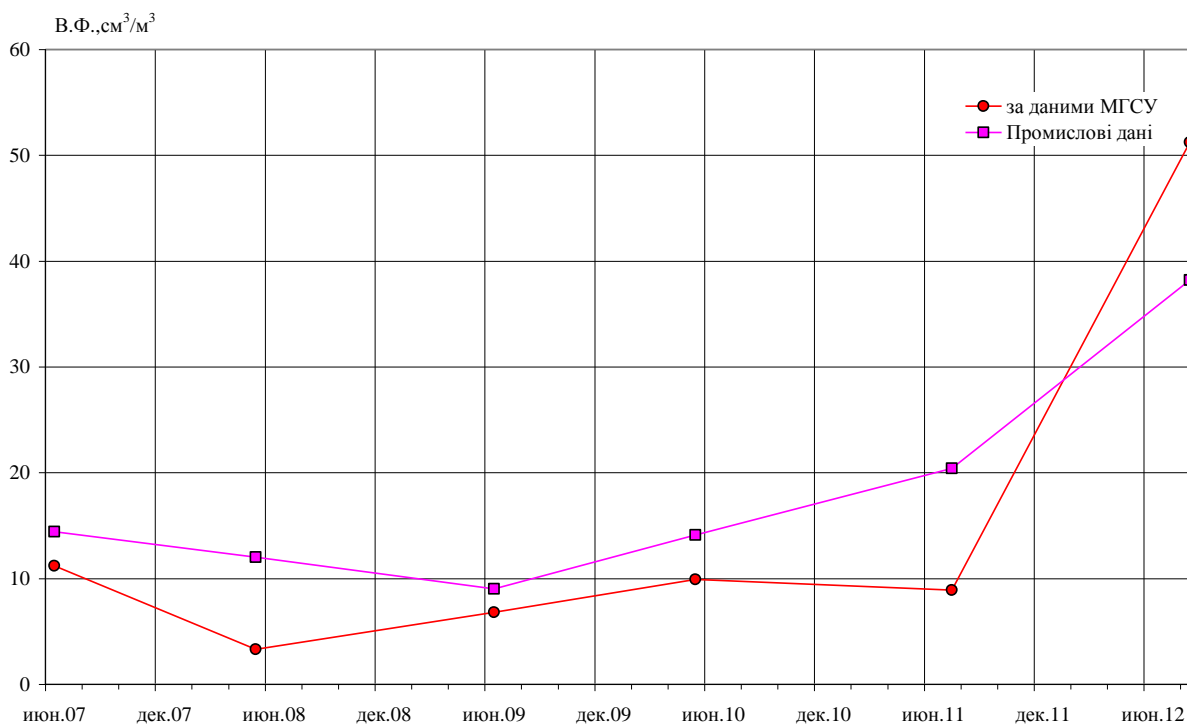


Рис. 1. Виміри водного фактору за допомогою МГСУ-1-100 та промислового сепаратору свердловини 118 Березівського ГКР

Працівники УкрНДІгазу мають багаторічний досвід промислово-гідрогеологічних досліджень родовищ ДДЗ за допомогою малогабаритної сепараційної установки. Дослідженнями за допомогою МГСУ був охоплений фонд свердловин по наступним родовищам ГПУ «Полтавагазвидобування» та ГПУ «Шебелинкагазвидобування»: Березівське, Котелевське, Більське, Тимофіївське, Куличихинське та ін.; Юліївське, Західно-Старовірівське, Коробочкинське, Ульяновське, Скворцівське та ін.

Періодичність і частота досліджень на усті експлуатаційних свердловин за допомогою МГСУ визначається динамікою просування пластових вод у поклад. Для покладів, які розробляються при пружньо-водонапірному режимі, ці дослідження виконуються частіше, для покладів з газовим режимом експлуатації – проводяться рідше. Використання даної установки дозволяє корегувати промислові дані по визначенню водного фактору і хімічного складу супутніх вод.

Окрім вищезазначених результатів, отриманих за допомогою роботи з МГСУ (визначення кількісної та якісної характеристик обводнення покладів та свердловин, можливість прогнозування просування пластових вод по покладах в процесі розробки та ін.), є також можливість надання рекомендацій по режимам роботи свердловин задля запобігання їх інтенсивного об-

воднення. У тому числі використовується картографічний матеріал, створений працівниками УкрНДІгазу на основі даних, отриманих при роботі з малогабаритною установкою (рисунок 2). Цей матеріал допомагає у роботі з аналізу стану обводнення свердловин, горизонтів, родовищ. На рисунку 2, наприклад, приведено карту ізоліній мінералізації супутніх вод по свердловинам горизонту Т-1 Тимофіївського НГКР на сучасному етапі розробки родовища.

Висновки. Отже, процес обводнення родовищ, особливо, на другій та завершальній стадіях розробки, має дуже суттєве значення для режиму видобування вуглеводнів з продуктивних покладів. Спеціальні промислово-гідрогеологічні дослідження за допомогою МГСУ-1-100 на фоні недостатньої кількості геофізичних досліджень, а також відбору недостатньої кількості проб супутніх вод промисловими службами є досить ефективними, так як за допомогою них є можливим визначити ряд важливих показників (водний фактор свердловин, відбір супутніх вод, спостереження і прогноз за просуванням пластових вод та ін.). Промислово-гідрогеологічні дослідження, проведені на протязі минулих років співробітниками УкрНДІгазу на родовищах ГПУ «Полтавагазвидобування» та ГПУ «Шебелинкагазвидобування», довели їх високу цінність.

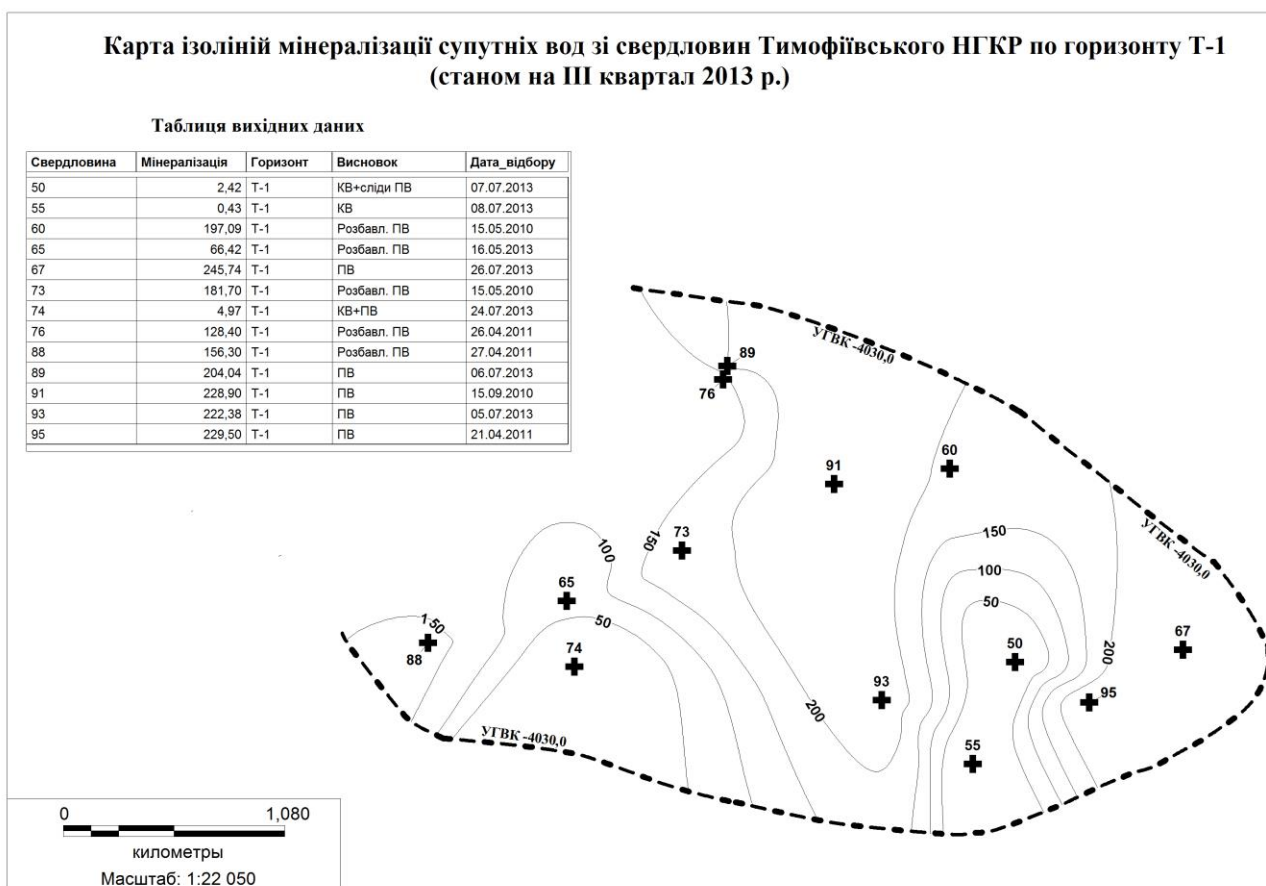


Рис. 2. Карта ізоліній мінералізації супутніх вод зі свердловин Тимофіївського НГКР по горизонту Т-1 на сучасному етапі розробки родовища

Технічний результат впровадження малогабаритної сепараційної установки дав можливість на окремих родовищах регулярно контролювати характер обводнення свердловин без їх зупинки, а також дав можливість скоротити

втрати відбору газу в процесі досліджень. Незважаючи на те, що МГСУ була створена 40 років тому, конструктивні особливості, які були закладені у неї, актуальні і зараз.

Література

1. Довідник з нафтогазової справи [Текст] / За заг. ред. докторів технічних наук В. С. Бойка, Р. М. Кондрата, Р. С. Яремійчука. – К. : Львів, 1996. – 620 с.
2. Зарицкий А. П. Гидрогеологические условия разработки глубокозалегающих газовых залежей ДДВ [Текст] / А. П. Зарицкий, И. И. Зиненко, Е. Д. Белых // Нефтяная и газовая промышленность, 1989. – № 1. – С. 5-8.
3. Методическое руководство по исследованию эксплуатационных газовых скважин с применением МГСУ-1-100 с целью контроля за обводнением и процессами солеотложения [Текст] / Под ред. Н. Е. Чуписа, А. С. Тердовидова, Ю. А. Головачева и др. – Х. : УкрНИИГаз, 1978. – 29 с.
4. Самойлов В. В. Аналіз стану обводнення свердловин та покладів на Коробочкинському родовищі на основі промислово-гідрогеологічних досліджень / В. В. Самойлов, С. Д. Павлов // Вісник ХНУ ім. В.Н. Каразіна. – Харків, 2013. – №1049. – С. 53-56.